

Title	送電線鉄塔の進行波特性に関する基礎的研究(Abstract_要旨)
Author(s)	山田, 壽夫
Citation	Kyoto University (京都大学)
Issue Date	1967-03-23
URL	http://hdl.handle.net/2433/212154
Right	
Type	Thesis or Dissertation
Textversion	none

氏 名	山 田 壽 夫
	やま だ ひさ お
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 139 号
学位授与の日付	昭 和 42 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	送電線鉄塔の進行波特性に関する基礎的研究

論文調査委員 (主 査) 教授 木 嶋 昭 教授 林 重 憲 教授 大 谷 泰 之

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は、雷撃時の送電線鉄塔の電氣的な過渡特性に関連する基礎的な研究をまとめたもので3部からなっている。

第1部は、鉄塔のインピーダンスの測定に関連する電気回路の極短時間領域の特性の測定について述べたもので、緒言、3章、結言からなっている。緒言では電気回路の極短時間領域の特性の測定の困難さを概説して、研究の意義を明らかにしている。第1章は、過渡特性を測定するための衝撃電圧発生器について述べたもので、まず、集中常数形として、ガス放電管および火花間隙を用いた発生器を試作し、それによる測定限界について考察している。つぎに、さらに短い時間領域が要求される測定に関連して、分布常数形である同軸線路放電形の発生器を回路的に工夫をこらして試作検討し、立上り時間が 10^{-9} 秒以下である衝撃電圧を得ている。第2章は衝撃電圧発生器および測定用オシログラフと被測定回路との結合装置について、特に鉄塔インピーダンスの測定に関連して述べたもので、まず、集中インピーダンスの測定回路について、その測定限界を考察し、つぎに、衝撃電圧発生器の出力回路およびオシログラフの入力回路である同軸ケーブルと鉄塔が結ばれる架空線路との結合装置として、架空線路を偏心の甚だしい半径の大きい同軸ケーブルと考えると、偏心テーパー管結合方式というものを開発し、実験的に検討し良好な成績をあげている。この結合装置の使用によって、同軸ケーブルと被測定回路の接続部における波動の透過、反射を明確にして、測定精度を向上させている。第3章は測定精度に関連して、測定線のインピーダンスの均一化および損失について、架空線を対象として述べたもので、まず、インピーダンスの均一化については、直径の異なる円筒導体および巾の異なるストリップ導体を順次つなぎ合わせる方法、複導体を用いてその相互インピーダンスを利用する方法などについて検討し、満足すべき結果を得ている。つぎに、測定線の進行波特性を表皮効果、放射による損失を考慮して理論的に解析し、また、実験的に検討し進行波の変歪を補正する実験式を導いている。結言は以上で得られた結果をまとめたものである。

第2部は実物鉄塔とモデル鉄塔のインピーダンスの測定について述べたもので、緒言、3章および結言

からなっている。緒言では、雷撃による送電線鉄塔の逆閃絡現象と鉄塔インピーダンスの関係について概説して、そのインピーダンス測定の意味を明らかにしている。第1章においては、電磁界理論をもとにして電気回路理論で用いる鉄塔インピーダンスの概念を明らかにし、その測定法ならびに塔頂電位上昇との関係について考察するとともに雷撃時の架空地線の効果について検討している。第2章は鉄塔インピーダンスの実測について述べたもので、まず、中国電力、旧関門幹線鉄塔で行なった実測に関しては、鉄塔をインダクタンスとみなしたとき、その値として $13(\mu\text{H})$ 、さらに、鉄塔を短い線路とみなしたとき、そのサージ・インピーダンス値として $195(\Omega)$ を得ており、ステーの効果についても検討している。ついで、小形鉄塔について実測を行ない、第1部で述べた測定方法の実用性をたしかめている。第3章は、スケール・モデルによる鉄塔のインピーダンスの測定について述べたもので、まず、電磁方程式をもとにして実物とスケール・モデルの相似性について検討して鉄塔モデルを作成している。鉄塔の進行波特性は塔頂よりの反射電圧を第1部で述べた方法を用いて測定している。すなわち、モデルの形をかえ $150\sim 180(\Omega)$ というサージ・インピーダンス値をうるとともに架空地線による塔頂電位上昇の低減効果についても実験して理論的な結果に検討を加えている。また、鉄塔の理論的取扱いと関連して、円筒状および円錐状導体、円管群のサージ・インピーダンスを測定し、これら垂直導体の進行波特性を検討している。さらに、塔頂よりの反射電圧を測定するかわりに、透過電圧を測定する方法を上記と同様な実験に適用して、その実用性をたかめるとともに精度の向上をはかっている。このようにして求めた結果より、鉄塔のインピーダンスの時間的変化を考慮した集中常数を用いた等価回路および短い線路の連結とした等価回路を提示している。結言は以上でえられた結果をまとめたものである。

第3部は、第2部でえられた鉄塔の等価回路をもとにして、雷撃時の鉄塔頂の電位上昇について述べたもので、緒言、2章、結言からなっている。緒言では、雷電流の波頭峻度と鉄塔の等価回路の関連を概説して、研究方針を明らかにしている。第1章は鉄塔を集中常数の等価回路であらわし、アナログ計算機を用いて、塔頂電位の計算を行なった結果について述べている。すなわち、塔頂電位の最大値と侵入電流の大きさおよび波頭長との関係、雷道インピーダンスの影響および架空地線の効果について計算を行なっている。第2章は鉄塔を短い線路の連結とした等価回路によってあらわし、計算を行なった結果について述べている。まず、この計算を行なうために開発した低速形サージ・アナライザについて、その原理、主なる演算素子である遅延回路の構造およびその特性について述べている。ついで、それを用いた塔頂電位などの計算を第1章と同じように行ない、両者の比較検討を行なって、耐雷設計に関する基礎資料を与えるとともに雷撃時の電流波の波頭長と鉄塔の等価回路の関連について考察している。結言は以上でえられた結果をまとめたものである。

論文審査の結果の要旨

送電線の雷害事故を軽減することは、電力系統の信頼度向上の面からますます重要となってきた。送電線鉄塔への雷撃によっておこる逆閃絡事故は、鉄塔のインピーダンスが関係するが、そのインダクタンスおよび接地抵抗を考慮して設計を行なった送電線において、推定された事故率をはるかに上まわる雷害事故が発生したことから、内外において鉄塔の進行波に対する特性があらためて問題とされ、著者の研

究もこの問題を解決するために行なった基礎的なものである。

鉄塔のインピーダンスの測定には、極短時間領域における電気現象を観測する必要があり、また、十分な時間的分解能が得られれば、実物の鉄塔によらず、スケール・モデルによる測定の可能性が出てくる。著者が力をそそいだスケール・モデルによる鉄塔の特性の測定では、測定器として分布常数偏向系のブラウン管を用いねばならぬことから、測定系を同軸線路化して、まず、衝撃電圧発生器として同軸ケーブル放電形のを試作検討して、急峻な立上りをもつ電圧を得ている。ついで、同軸ケーブルと架空線の結合装置として、偏心テーパ管結合方式というものを開発し良好な成績をあげている。これによって、同軸ケーブルと被測定回路の結合部におけるサージの透過、反射を明らかにすることができ、測定精度を向上させたもので注目すべきものである。また、測定線のサージ・インピーダンスの均一化をはかる方法を開発しているが、その実用的価値は大きいものと考えられる。

つぎに、電磁界理論をもとにして鉄塔インピーダンスの概念をあきらかにし、それにもとづき測定を行ない、サージ・インピーダンス、架空地線の効果などの測定を行なっているが、特に、モデル鉄塔による測定は、未だ不十分な点があるにしても、測定精度からいって従来の研究をしのぐもので、提示した鉄塔の等価回路は高く評価されてよい。また、垂直円筒導体、円管群などの実験的研究は、鉄塔の理論的な研究との関連において興味深いものである。

さらに、測定により得た鉄塔の等価回路により、アナログ計算機により鉄塔頂電位上昇を計算し、有用な資料を提供している。また、この計算を行なうために開発した低速形サージ・アナライザで用いている遅延素子は、ほぼ同時に米国でも独自に開発されたものと類似なものであるが、回路的に独自の工夫が種々されている。これは、著者の扱った問題にかぎらず、他にも適用できるもので、その実用的価値は大きいと思われる。

以上要するに、本論文は鉄塔の進行波特性をあきらかにし、送電線の耐雷設計に関して多くの有用な資料を提供するとともに進行波現象の測定および計算について新らしい知見を加えたもので、工業上、学術上寄与するところは少なくない。よってこの論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。